

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-247681

(43)公開日 平成9年(1997)9月19日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 04 N 7/32			H 04 N 7/137	A
H 03 M 7/36		9382-5K	H 03 M 7/36	
// G 06 T 5/20			G 06 F 15/68	410

審査請求 未請求 請求項の数10 ○L (全19頁)

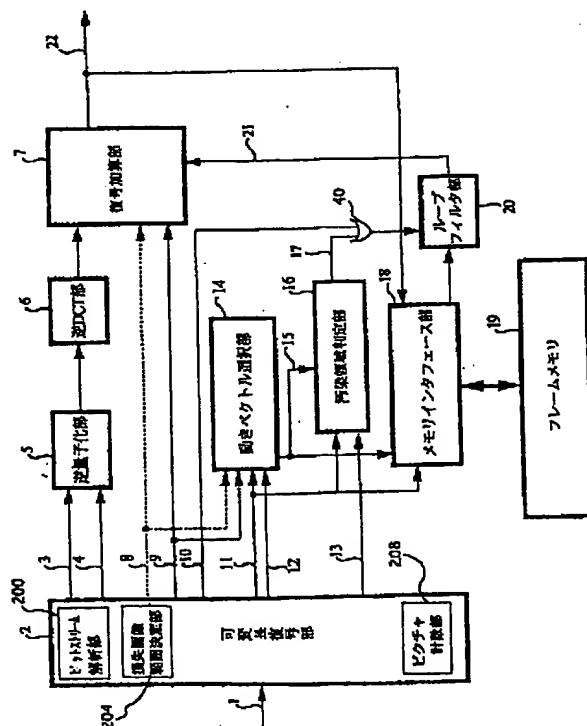
(21)出願番号	特願平8-50479	(71)出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22)出願日	平成8年(1996)3月7日	(72)発明者	関口 傑一 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
		(72)発明者	浅井 光太郎 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
		(74)代理人	弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54)【発明の名称】 動画像復号方法および動画像復号装置

(57)【要約】

【課題】 動画像データ復号の際、エラーが発生すると画像が一部失われ、修復しても画質が落ちる。動き補償予測をすると以降のピクチャの画質も悪くなる。

【解決手段】 動画像データをマクロブロックごとに解析するビットストリーム解析手段200、解析中にエラーが検出されれば、その領域を汚染領域として登録する汚染領域登録部、マクロブロックを復号する際、動き補償予測に用られる予測画像を決定する動きベクトル選択部14、予測画像の汚染有無を判定する汚染領域判定部16、予測画像が汚染されていればそれにフィルタをかけるループフィルタ部20を持つ。汚染された予測画像はフィルタリングされてから復号に利用される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 符号化された動画像データを動き補償予測を利用して復号する動画像復号方法において、動画像データを処理単位画像ごとに解析する解析工程と、ある処理単位画像を解析したときエラーが検出されれば、その処理単位画像の領域を汚染領域として登録する登録工程と、処理単位画像を復号する際、動き補償予測に用いられる予測画像を決定する決定工程と、決定された予測画像が前記汚染領域に含まれるか否かを判定する判定工程と、判定の結果、前記予測画像が前記汚染領域に含まれるとき、その予測画像に平滑化処理を施す平滑化工程と、を含むことを特徴とする動画像復号方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の動画像復号方法において、前記登録工程は、エラーが検出された処理単位画像だけでなく、前記汚染領域に含まれる予測画像を用いて動き補償予測を行った画像領域も汚染領域として登録することを特徴とする動画像復号方法。

【請求項 3】 符号化された動画像データを動き補償予測を利用して復号する動画像復号装置において、動画像データを受信し、これを処理単位画像ごとに解析するピットストリーム解析手段と、ある処理単位画像を解析したときエラーが検出されれば、その処理単位画像の領域を汚染領域として登録する汚染領域登録手段と、処理単位画像を復号する際、動き補償予測に用られる予測画像を決定する予測画像決定手段と、決定された予測画像の領域と前記汚染領域を比較することによってその予測画像が汚染されているか否かを判定する汚染判定手段と、判定の結果、前記予測画像が前記汚染領域に含まれるとき、その予測画像に平滑化処理を施す平滑化手段と、を含むことを特徴とする動画像復号装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の動画像復号装置において、前記予測画像決定手段は、処理単位画像ごとにその動きベクトルから動き補償予測を行うものであり、前記エラーに起因して動きベクトルが失われた処理単位画像に対しては、その近傍の処理単位画像の動きベクトルをもとに予測画像を決定することを特徴とする動画像復号装置。

【請求項 5】 請求項 3、4 のいずれかに記載の動画像復号装置において、該装置はさらに、復号されたピクチャの数を計数するピクチャ計数手段を含み、計数されたピクチャの数が所定値に達したとき、前記汚染領域登録手段は、汚染領域の登録を抹消することを特

徴とする動画像復号装置。

【請求項 6】 請求項 3～5 のいずれかに記載の動画像復号装置において、

前記汚染領域登録手段は、エラーが検出された処理単位画像だけでなく、前記汚染領域に含まれる予測画像を用いて動き補償予測を行った画像領域も汚染領域として登録することを特徴とする動画像復号装置。

【請求項 7】 請求項 3～6 のいずれかに記載の動画像復号装置において、

前記汚染判定手段は、前記予測画像の領域と前記汚染領域の重なりの程度から汚染の有無を判定することを特徴とする動画像復号装置。

【請求項 8】 請求項 4～7 のいずれかに記載の動画像復号装置において、該装置はさらに、

前記エラーが検出されたとき、エラーの検出された処理単位画像だけでなく、そのエラーに起因してその処理単位画像と同様に動きベクトルが失われた画像領域範囲を決定する損失画像範囲決定手段を含み、前記汚染領域登録手段は、この画像領域範囲全体を汚染領域として登録することを特徴とする動画像復号装置。

【請求項 9】 請求項 3～8 のいずれかに記載の動画像復号装置において、

該装置は、復号ピクチャ用汚染領域記憶手段と予測ピクチャ用汚染領域記憶手段を含み、前記汚染領域登録手段は、現在復号中のピクチャにおいてエラーが検出されれば、そのエラーが検出された処理単位画像を復号ピクチャ用汚染領域記憶手段に登録し、復号処理がつぎのピクチャに進んだとき復号ピクチャ用汚染領域記憶手段と予測ピクチャ用汚染領域記憶手段を切り換えることを特徴とする動画像復号装置。

【請求項 10】 請求項 3～9 のいずれかに記載の動画像復号装置において、該装置は、ピクチャ構造がフレーム形式であるかフィールド形式であるかを判定するピクチャ構造判定手段と、ピクチャ構造がフレーム形式であるとき、これをフィールド形式に変換するピクチャ構造変換手段と、を含み、ピクチャ構造がフレーム形式である場合は、これがフィールド形式に変換された後、前記平滑化処理が行われることを特徴とする動画像復号装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、符号化された動画像データを復号する動画像復号方法および装置に関する。この発明は特に、符号化された動画像データを動き補償予測を利用して復号する動画像復号方法、およびこの方法を用いた動画像復号装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に動画像は時間的、空間的に大きな冗長度を持つ。デジタル高能率符号化技術では、動き補償予測や D C T などによって冗長度を取り除き、その

後に量子化を行い、量子化値や動きベクトルなどをその発生頻度に応じて可変長符号化するアルゴリズムがよく用いられる。ITU-T H.261やMPEG (ISO/IEC11172-2, 13818-2)などの国際標準符号化方式でもこのアルゴリズムが採用されている。

【0003】しかし、このアルゴリズムで符号化されたデータを伝送、記録または読み出す際など、処理中になんらかの不具合が発生すると、復号時に可変長符号が正しく解析できないか、または符号化パラメータが不正値をとるなど、復号誤り（以下単に「エラー」ともいう）の原因となる。エラーは復号画像の部分的な損失を招く。動き補償予測を行う場合、この損失は以降の復号画像にも悪影響を及ぼす。

【0004】こうした事態を回避するために、復号装置では、損失した画像に類似すると考えられる画像のデータによって、損失した画像を修復する損失修復（エラーコンシールメント）機能を備えることが多い。エラーコンシールメントアルゴリズムについては、従来よりさまざまな提案がなされている。その多くは、同一ピクチャ内の近傍領域のデータを用いて損失部分を修復する空間的コンシールメント（Spatial Concealment）と、フレームメモリ内に残っている過去または未来の画像データによって損失部分を置換する時間的コンシールメント（Temporal Concealment）とに分類される。ピクチャとは画像の単位で、フレームやフィールドを含む概念である。

【0005】空間的コンシールメントは、「空間的に互いに隣合う小領域（画素、ブロックなど）は一般に類似している（すなわち、相関が高い）」という知見を利用するもので、例えば、SPIE Visual Communications and Image Processing'93 の「Performance of MPEG Codes in the Presence of Errors」（Y.Q.Zhang and X.Lee, 1993）では、エラーによって動き補償予測のための情報が失われたマクロブロック（以下「損失マクロブロック」という）を近傍の正しく復号されたマクロブロックの全ブロックの平均DC値によって置換する。

【0006】一方、時間的コンシールメントは、「一般に時間的に近いピクチャ間の動きは小さく（すなわち、時間的な相関が高く）、空間的に互いに隣合う領域は同じような動きをする」という知見を利用する。例えば、SPIE Visual Communications and Image Processing'93 の「Transmission Error Detection, Resynchronization, and Error Concealment for MPEG Video Decoder」（S.H.Lee 他, 1993）では、近傍の正しく復号されたブロックの動きベクトルから損失ブロックの動きベクトルを推定し、推定された動きベクトルを用いて過去または未来の画像から予測画像を特定し、損失ブロックを置換する方法を開示する。

【0007】これらのコンシールメント技術は、動画像

の一般的な性質を利用するものであり、動画像の種類によつては、単独で用いても、常に満足のいく結果をもたらすとは限らない。そこで、様々な動画像の性質に動的に対処すべく、場合に応じてコンシールメント処理を切り替える方法も提案されている。例えば、SPIE Visual Communications and Image Processing'92 の「Adaptive Error Concealment Algorithm for MPEG Compressed Video」（H.Sun 他, 1992）において提案される手法では、コンシールメントの対象となるブロックの近傍のブロックについて空間的および時間的相関を求め、これらの相関の比に基づいて空間的コンシールメントと時間的コンシールメントの切り替えを行っている。

【0008】以上は復号側の技術であるが、符号化側でもエラーの影響を小さくする措置がとられる。動画像では特に時間方向への損失の影響の伝搬が深刻なので、周期的に、動き補償予測を行わず自ピクチャ内だけで閉じたイントラ符号化を行うこと、すなわち周期リフレッシュを行うことが多い。

【0009】図1はMPEG1またはMPEG2を用いて符号化を行う様子を示す図で、ここでは自ピクチャ内で閉じた符号化の対象となるIピクチャを周期的に挿入している。このため、一旦損失が生じてもつぎのIピクチャが到来すれば損失の影響が見えなくなり、動画像復号シーケンス全体としてエラー耐性が向上する。Iピクチャがない場合、同図のごとく損失の影響は次第に広がっていく。このほか、イントラ符号化されたマクロブロック群を周期的に挿入するイントラスライスとよばれる手法もある。

【0010】一方、同一ピクチャ内においてもDPCM（Differential Phase Code Modulation）などの予測符号化が行われることが多いため、空間的な損失の影響の伝搬を防ぐべく、DPCMに周期的なリセットの単位が設けられている。この単位は、例えば図2に示すMPEG1またはMPEG2で定義されるスライスに相当する。同図では、1マクロブロック列を1スライスで構成する場合（A）と、2スライスで構成する場合（B）を示している。Bのように、スライスの長さを短くすれば、損失波及範囲が狭まるため、DPCMにおけるエラーは早期にリセットされ、空間方向の損失の影響の伝搬を低減することができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】エラーコンシールメント処理は、エラー訂正処理によつても訂正不可能なピットエラーに対して行われ、その目的は、画像の損失を最小限にとどめることにある。

【0012】しかしながら、コンシールメントされた画像データは本来の画像データとは異なるものである。以降のピクチャではコンシールメントされた画像領域をもとに動き補償予測を行うため、予測画像も本来の予測画像と異なる。こうして、画質劣化の時間的伝搬が発生す

る。Iピクチャやイントラスライスを設けても、それら自体の復号時にエラーが発生する可能性もある。このような場合、Iピクチャ等の効果は期待できない。

【0013】従来の復号側のエラー処理の主眼は、いかにコンシールメント処理を的確に行うかにあった。その根本思想は、コンシールメントが的確であればあるほど、その処理が行われたピクチャの再生画像の画質が改善される事実に立脚する。しかし、実際にはコンシールメントには必ず誤差が入る。動き補償予測を行う限り、通常この誤差による悪影響は広がっていく。

【0014】従って本発明の目的は、コンシールメント処理に誤差があることを認めたうえで、(1) そのコンシールメント処理が施されたピクチャの再生画像の画質を改善するとともに、(2) コンシールメント処理に伴う誤差の空間的、時間的影響を抑制することにある。

#### 【0015】

##### 【課題を解決するための手段】

(1) 本発明の動画像復号方法は、符号化された動画像データを動き補償予測を利用して復号する方法であり、動画像データを処理単位画像ごとに解析する解析工程と、ある処理単位画像を解析したときエラーが検出されれば、その処理単位画像の領域を汚染領域として登録する登録工程と、処理単位画像を復号する際、動き補償予測に用いられる予測画像を決定する決定工程と、決定された予測画像が前記汚染領域に含まれるか否かを判定する判定工程と、判定の結果、前記予測画像が前記汚染領域に含まれるとき、その予測画像に平滑化処理を施す平滑化工程とを含む。

【0016】ここで「処理単位画像」とは、画像の復号の際に処理単位となる画像をいい、例えばMPEGのマクロブロックをいう。動画像データは、例えばITU-T.H.261、ISO/IEC 11172-2(いわゆるMPEG1)、ISO/IEC 13818-2(いわゆるMPEG2)などに準拠して符号化される。

「解析」とは、例えばビットストリームという形で受信する動画像データの内容を判読することをいい、通常は復号処理の最初の段階で行われる。動画像データ中に判読できないビット列が含まれていた場合など、エラーが検出される。汚染領域とは、前記エラーの結果、なんらかの意味で悪影響を受ける画像領域をいう。「予測画像」は、動き補償予測に用いられる画像で、例えばあるピクチャのあるマクロブロックを復号するとき、このマクロブロックの領域に対応する直前のピクチャの領域が判明すれば、この直前のピクチャの領域が復号中のマクロブロックの予測画像の領域に相当する。

【0017】以上の構成にて、まず動画像データが入力され、これが処理単位画像ごとに解析される。解析中エラーが検出されなければ、通常どおり復号が行われる。一方、エラーが検出されれば、そのエラーが検出された処理単位画像の領域が汚染領域として登録される。

【0018】この登録処理とは別に、任意の処理単位画像が復号されるとき、動き補償予測に用いられる予測画像が決定される。ここで、決定された予測画像が前記汚染領域に含まれるか否かが判定される。判定の結果、その予測画像が汚染領域に含まれるとき、その予測画像に平滑化処理が施される。この後、この予測画像が復号中の処理単位画像の予測画像として利用され、復号画像が得られる。平滑化工程の例として、ローパスフィルタを用いたフィルタリング処理がある。

【0019】この動作によれば、汚染領域に含まれる予測画像が平滑化されるため、再生画像の中で、前記予測画像が画像の他の部分から際立つ異なる印象を与える状態が回避される。この状態で後続のピクチャが復号されるため、空間的および時間的な画質劣化が低減される。

【0020】(2) 本発明のある態様では、前記登録工程は、1. エラーが検出された処理単位画像の領域だけでなく、2. 前記汚染領域に含まれる予測画像を用いて動き補償予測を行った画像領域も汚染領域として登録する。1はいま復号中のピクチャにおけるエラーの有無を後のピクチャの復号の際に参照するためである。一方、2はすでに前のピクチャでエラーが発生していた場合、たとえ今回復号中のピクチャでエラーが検出されなくても、前のピクチャのエラーの影響が今回復号された画像に及ぶ限り、この旨を登録しておくものである。これは後続のピクチャの復号の際に参照される。

【0021】(3) 一方、本発明の動画像復号装置は、符号化された動画像データを動き補償予測を利用して復号する装置であり、動画像データを受信し、これを処理単位画像ごとに解析するビットストリーム解析手段と、ある処理単位画像を解析したときエラーが検出されれば、その処理単位画像の領域を汚染領域として登録する汚染領域登録手段と、処理単位画像を復号する際、動き補償予測に用いられる予測画像を決定する予測画像決定手段と、決定された予測画像の領域と前記汚染領域を比較することによってその予測画像が汚染されているか否かを判定する汚染判定手段と、判定の結果、前記予測画像が前記汚染領域に含まれるとき、その予測画像に平滑化処理を施す平滑化手段とを含む。この構成による動作の原理は(1)のとおりである。

【0022】(4) このとき本発明のある態様では、前記予測画像決定手段は、処理単位画像ごとにその動きベクトルから動き補償予測を行うものであり、前記エラーに起因して動きベクトルが失われた処理単位画像に対しては、その近傍の処理単位画像の動きベクトルをもとに予測画像を決定する。

【0023】(5) 本発明のある態様では、本装置はさらに、復号されたピクチャの数を計数するピクチャ計数手段を含み、計数されたピクチャの数が所定値に達したとき、前記汚染領域登録手段は汚染領域の登録を抹消す

る。登録が抹消された時点で汚染領域は存在しない状態に戻るため、前記平滑化処理が行われなくなる。

【0024】(6) 本発明のある態様では、前記汚染領域登録手段は、エラーが検出された処理単位画像だけでなく、前記汚染領域に含まれる予測画像を用いて動き補償予測を行った画像領域も汚染領域として登録する。この動作原理は(2)で説明したとおりである。

【0025】(7) 本発明のある態様では、前記汚染判定手段は、前記予測画像の領域と前記汚染領域の重なりの程度から汚染の有無を判定する。「重なりの程度」の例として、予測画像の全領域のうち汚染領域に入っている領域の割合が考えられる。すなわち、汚染領域に入っている領域の割合が高いほど、この予測画像は汚染されていると判定されやすくなる。

【0026】(8) 本発明のある態様では、該装置はさらに、エラーが検出されたとき、エラーの検出された処理単位画像だけでなく、そのエラーに起因してその処理単位画像と同様に動きベクトルが失われた画像領域範囲を決定する損失画像範囲決定手段を含み、前記汚染領域登録手段は、この画像領域範囲全体を汚染領域として登録する。

【0027】(9) 本発明のある態様では、本装置は、復号ピクチャ用汚染領域記憶手段と予測ピクチャ用汚染領域記憶手段を含み、前記汚染領域登録手段は、現在復号中のピクチャにおいてエラーが検出されれば、そのエラーが検出された処理単位画像を復号ピクチャ用汚染領域記憶手段に登録し、復号処理がつぎのピクチャに進んだとき復号ピクチャ用汚染領域記憶手段と予測ピクチャ用汚染領域記憶手段を切り換える。「復号ピクチャ」とは復号中のピクチャをいい、「予測ピクチャ」とは予測画像の含まれるピクチャをいう。

【0028】あるピクチャを復号しあえたとき、そのピクチャにおいて検出されたエラーは、次のピクチャの復号のときに参照すべきである。そのため、まず復号ピクチャ用汚染領域記憶手段を予測ピクチャ用汚染領域記憶手段に切り替える。この時点で、もとの予測ピクチャ用汚染領域記憶手段があくため、これを復号ピクチャ用汚染領域記憶手段に切り替える。以降、ピクチャを復号するたびにこの切り替えを繰り返す。一例として、復号ピクチャ用汚染領域記憶手段は登録専用、予測ピクチャ用汚染領域記憶手段は読み出し専用という構成にすることもできる。

【0029】(10) 本発明のある態様では、本装置は、ピクチャ構造がフレーム形式であるかフィールド形式であるかを判定するピクチャ構造判定手段と、ピクチャ構造がフレーム形式であるとき、これをフィールド形式に変換するピクチャ構造変換手段とを含み、ピクチャ構造がフレーム形式である場合は、これがフィールド形式に変換された後、前記平滑化処理が行われる。「ピクチャ構造」とは、処理単位画像のピクチャの構造をい

い、少なくともフレーム形式とフィールド形式を含む。この態様では、フレーム形式のピクチャが一旦フィールドごとに集められるため、フィールド間に存在する動き(これは平滑化すべきでない)が平滑化されずに残る。

【0030】

【発明の実施の形態】

実施形態1 図3はITU-T H.261規定のビデオビットストリームのデータ構造を示す図である。フレームはピクチャという階層に位置付けられ、マクロブロックの集合としてGOB (Group Of Blocks) というレイヤが設けられている。マクロブロックは輝度用のYブロック、ブルー色差用のCbブロック、レッド色差用のCrブロックから構成される。

【0031】本実施形態に係る復号装置はH.261規定にしたがって符号化されたビットストリームを受信してこれをマクロブロック単位で復号し、動画像データを再生する。復号の際は、マクロブロック毎にピクチャ間で動き補償予測を行って得られる動きベクトル情報を利用する。

【0032】本装置の処理の特徴は、あるピクチャを復号するとき、コンシールメント処理の対象となったマクロブロック領域を汚染領域として登録し、以降別のピクチャが復号されるとき、マクロブロックの予測画像がこの汚染領域に入る場合に、この予測画像に対してフィルタリング処理を行う点にある。

【0033】【構成】図4は本実施形態に係る復号装置の構成図である。この装置は、まずビデオビットストリーム1を受信する。このビットストリームは画像情報と付加情報からなる符号化データ列である。画像情報は、各マクロブロックの原画像または動き補償予測誤差画像データに対する直交変換から得られる変換係数を各ブロックごとに量子化し、量子化インデックスを可変長符号化して得られる。付加情報は、ピクチャおよびマクロブロックごと付加される。本装置は、この符号化過程を逆に辿るための構成を持つ。

【0034】この装置は、受信したビデオビットストリーム1を復号する可変長復号部2と、この可変長復号部2から量子化DCT係数3及びその逆量子化に必要となる量子化パラメータ4を受けて逆量子化を行う逆量子化部5、逆量子化部5による逆量子化の結果を受けて逆DCT演算を行う逆DCT部6、可変長復号部2の出力のうち、処理中のマクロブロックの画面内位置情報11と動きベクトル12をもとに当該マクロブロックの動きを最も適切に表現していると考えられる動きベクトル(以下「最終動きベクトル」という)を選択し、これを出力する動きベクトル選択部14、最終動きベクトルと後述のエラーフラグ8を参照して予測画像が汚染されているか否かを判定する汚染領域判定部16、復号された画像データを格納するフレームメモリ19、フレームメモリ19に対する書き込みと読み出しを制御するメモリイン

タフェイス部18、ループフィルタ動作指示フラグ10または後述の汚染領域フィルタリング指示フラグ17のいずれかが1になったとき、これを後段のループフィルタ部20に通知するオアゲート40、ITU-TH.261で規定されるローパスフィルタであって、フレームメモリ19から読み出された画像データに対し、オアゲート40から通知を受けたときにフィルタリングを行うループフィルタ部20、ループフィルタ部20から出力された予測画像と逆DCT部6の出力を加算して最終的な復号画像22を生成する復号加算部7を含む。

【0035】本実施形態の可変長復号部2は、受信したビデオビットストリーム1を解析するビットストリーム解析部200と、解析の結果エラーが検出されたとき、このエラーによって失われる画像領域を決定する損失画像範囲決定部204と、後述する汚染領域追跡期間を決定するために、復号したピクチャの数をカウントするピクチャ計数部208を持つ。ピクチャ計数部208はエラー検出以降に復号したピクチャ数をカウントしてもよく、いずれの場合でも、カウント値が所定値に達したとき、汚染領域判定部16に対して後述の汚染領域記憶メモリリセット指示13を発行する。

【0036】【動作】図5は本装置による復号動作を示すフローチャート図である。同図のごとく、まずビットストリーム解析部200がH261のシンタックスに基づいてデータストリームの解析を行い、エラー発生の有無が判定される(S100)。ここでは、ビットストリーム1を復号していく際、規格で定められた符号語に当てはまらないビット列が検出されたとき、エラーが発生したとみなす。S100における分岐により、本装置は大別して、復号エラーが発生していないときと、発生したときで処理を変える。前者はさらに、S106における分岐により、処理中の画像がイントラ符号化されたものであるか、インタ符号化されたものであるかにより、処理が異なる。イントラ符号化とは、動きベクトル情報を含めないで行われる符号化をいい、インタ符号化は符号化の際の属性情報のひとつに動きベクトル情報が含まれる符号化をいう。

#### 【0037】【1】正常時の復号動作

S100でエラーが検出されない場合、通常どおりの復号処理が開始される。まず、処理の対象がイントラ符号化されたマクロブロック(以下、「イントラ符号化マクロブロック」という)である場合(イントラ/インタフラグ9がイントラを示している場合)、処理は図4の可変長復号部2、逆量子化部5、逆DCT部6を経る。イントラ符号化マクロブロックは動きベクトル情報を含まないため、これら以外の構成は原則として利用されない。逆DCT部6の出力はフレーム内原信号を表し、これが復号加算部7を素通りし、そのまま最終的な復号画像22となる。この処理は、図5において、逆量子化(S102)、逆DCT(S104)を行い、イントラ

符号化であるかどうかの判定(S106)を経て復号画像を出力する(S108)経路で示される。

【0038】一方、処理の対象がインタ符号化マクロブロックである場合(イントラ/インタフラグ9がインタを示している場合)、処理は図4の逆DCTを経る経路と、動きベクトル選択部14等を経る経路の2つからなり、これらの処理結果が復号加算部7で加算される。

【0039】まず前者の処理は、図5中の逆量子化(S102)、逆DCT(S104)によって行われる。この場合、逆DCT部6の出力信号は動き補償予測フレーム間予測誤差信号である。後者の処理は、図5中、S110～122に相当する。すなわち、S106において処理の対象がインタ符号化マクロブロックであるため、S110に進む。ここで、動きベクトル選択部14から最終動きベクトル15が出力される。エラーのない間、単に当該マクロブロックの動きベクトルをもって最終動きベクトルとする。この後、当該マクロブロックの画面内位置情報11と、最終動きベクトル15がメモリインタフェース部18に受け渡され、予測画像のアドレスが生成され、フレームメモリ19から予測画像が取り出される(S112)。予測画像はループフィルタ部20に送られる。

【0040】これと並行して、予測画像の汚染有無が判定される(S114)。判定方法は後に詳述する。ここで仮に汚染されていると判定されれば(S114のY)、その予測画像が後述の復号ピクチャ用汚染領域記憶メモリ36に登録される(S116)。これは、このピクチャ以降のピクチャを復号する際に参照するためである。つづいて、汚染領域フィルタリング指示フラグ17を1にする。この結果、ループフィルタ部20でフィルタリングが実行され(S118)、予測画像の最終状態21(以下「最終予測画像21」という)が得られる。なお、S114の汚染有無の判定は、復号ピクチャ用汚染領域記憶メモリ36を参照することで可能ため、予測画像の取り出し(S112)はS114の前にある必要はなく、これらの処理は並列して実行してもよい。

【0041】この後、最終予測画像21は復号加算部7に送られ、逆DCT部6の出力と加算され、復号画像22が送出される(S120)。復号画像22は、以降のピクチャの予測画像として用いられるため、当該マクロブロックの画面内位置情報11に基づいてフレームメモリ19に書き込まれる。

【0042】一方、S114において予測画像が汚染されていないと判定されれば(S114のN)、ループフィルタ動作指示フラグ10が1の場合に限り、フィルタリングが実行される(S122)。H261では、ループフィルタ動作指示フラグ10はもとのビットストリーム1においてマクロブロック単位で設定することが認められるビットフラグであり、設定の内容は符号化側に依

存する。

【0043】[2] エラー検出時の復号動作

(1) コンシールメント処理

一方、S100においてエラーが検出された場合、まずコンシールメント処理が行われる(S124)。エラーはイントラ符号化マクロブロック、インタ符号化マクロブロックを問わず発生しうる。コンシールメント処理とは、エラーによって失われたマクロブロックの動きベクトルを推定し、すでに正常に復号されフレームメモリ19内に格納されているピクチャ(これは予測用に用いられるため以降「予測ピクチャ」という)から置換画像を取り出す処理をいう。この置換画像が当該マクロブロックの予測画像として利用されるため、エラー検出時には、逆DCT部6の出力は無視される。

【0044】図6はコンシールメント処理の手順を示すフローチャート図である。同図に示すとく、まず損失画像範囲決定部204は、エラーが検出されたデータから、そのエラーの影響を受ける画像データの範囲を特定する(S200)。ここで、例えばピクチャレイヤに属するデータにおいて復号継続不可能なエラーが発生した場合(S202のY)、そのピクチャは正常な復号ができないため、そのピクチャに関するデータをすべて捨て(S220)、コンシールメント処理を打ち切る。この場合、ピクチャが1枚飛んでしまうため、例えば同じピクチャを2回表示するようなエラー処理を行う。

【0045】一方、S202でNの場合、GOBレイヤ以下のレベルで復号継続不可能なエラーが発生したと考えられるから、まずエラーフラグ8を1にして(S204)、エラーの起きたGOBに関するデータを捨てる(S206)。この処理により、いくつかのマクロブロックのデータが失われる。そこでこれらのマクロブロック(以下「損失マクロブロック」という)について、動きベクトルを推定する(S208)。つづいて、推定された動きベクトルの妥当性の評価(S210)を経て、最終動きベクトルが outputされる(S212)。

【0046】動きベクトルの推定から最終動きベクトルの出力までは、動きベクトル選択部14で処理される。図7は本実施形態の動きベクトル選択部14の内部構成図である。同図において、動きベクトル選択部14は、複数のマクロブロックラインについてマクロブロックごとにその動きベクトルを格納する動きベクトルバッファ26、エラーフラグ8とイントラ/インタフラグ9を参照し、動きベクトルバッファ26に対して書き込み指示24と書き込みベクトル値25を与えて書き込みを制御する書き込みベクトル決定部23、動きベクトルバッファ26に対して読み出し指示29を与え、ベクトル値の読み出しを制御する読み出しベクトル決定部28、動きベクトルバッファ26から読み出された推定動きベクトル27を入力し、そのベクトルの妥当性を判定して最終動きベクトル15を出力する最終動きベクトル決定部3

0を持つ。最終動きベクトル決定部30は、エラーフラグ8、当該マクロブロックの画面内位置情報11を参照する。

【0047】本実施形態では、損失マクロブロックの真上のマクロブロックの動きベクトルを損失マクロブロックの動きベクトルと推定する。これは、近傍のマクロブロック間で動きベクトルの近似度が高いという経験則による。この処理の場合、動きベクトルバッファ26は、損失マクロブロックの存在するマクロブロックラインの1つ上のマクロブロックラインに含まれるマクロブロックに関する動きベクトルを保持していれば足りる。

【0048】この構成において、書き込みベクトル決定部23は、エラーフラグ8が0の間、イントラ符号化マクロブロックについてはベクトル値としてゼロ、インタ符号化マクロブロックについては復号された動きベクトル値をそれぞれ書き込みベクトル値25として動きベクトルバッファ26に書き込む。一方、エラーフラグ8が1の間、当該マクロブロック自身の正しい動きベクトルが存在しないため、書き込みベクトル値25としてベクトル値としてゼロを書き込む。これは、後の処理において、この損失マクロブロックの動きベクトルによって真下のマクロブロックが悪影響を受けないための配慮である。

【0049】一方、読み出しベクトル決定部28は、エラーフラグ8が1のとき、損失マクロブロックの画面内位置情報11に基づいて動きベクトルバッファ26から損失マクロブロックの真上のマクロブロックの動きベクトルを推定動きベクトル27として読み出す。読み出すべきアドレスは当該マクロブロックの画面内位置情報11が与えられているため、これを参照して決める。エラーフラグ8が0のときは、当該マクロブロックの動きベクトルが正しく復号されているため、これをそのまま読み出す。

【0050】エラーフラグ8が1のとき、つづいて最終動きベクトル決定部30において推定動きベクトル27の妥当性を評価する(S210)。本実施形態では、推定動きベクトル27を当該マクロブロックの動きベクトルとして用いたときに、ベクトルが画面の外を指示示すような場合、妥当でないと判断する。この場合は、推定動きベクトル27のかわりに、ベクトル値をゼロとし、最終動きベクトル15として出力する。推定動きベクトル27が妥当であれば、その推定動きベクトル27を最終動きベクトル15として出力する(S212)。最終動きベクトル15はメモリインタフェース部18に受け渡され、置換画像が得られるため(S214)、これを予測画像とする。この後、エラーフラグ8を0に戻し(S216)、次のGOBに処理を進め(S214)、コンシールメント処理を終える。

【0051】コンシールメント処理が終われば、図5に戻り、コンシールメント処理されたマクロブロック、す

なわち損失マクロブロックの領域を汚染領域として復号ピクチャ用汚染領域記憶メモリ36に登録する(S126)。しかる後、得られた予測画像を復号画像22として出力する(S108)。本実施形態では、エラーフラグ8が1のとき、イントラ符号化マクロブロック、インタ符号化マクロブロックに関係なく、復号加算部7で逆DCT部6の出力を強制的に無視するのとする。この結果、推定動きベクトル27から決まる予測画像がそのまま復号画像22となる。なお、損失マクロブロックの復号の際、逆DCT部6からの動き補償予測フレーム間予測誤差信号の加算が行われないため、後述のフィルタリングは行わない。

【0052】(2) 汚染領域の判定とフィルタリング処理

図5のS114の汚染領域の判定、S116およびS126の汚染領域の登録、S118のフィルタリング処理を説明する。

【0053】(2-1) 概要

図8はこれらの処理の概要を示す図である。まず、エラーが検出されたピクチャ80では、エラーが検出されたマクロブロック83も含め、コンシールメント処理を行ったマクロブロック群を汚染領域84として登録しておく。次のピクチャ81では、ピットストリーム1中にエラーが検出されなかった場合でも、同図のマクロブロック85、86のように、汚染領域84に(少なくとも一部が)含まれる予測画像87、88から動き補償予測が行われる可能性がある。これらのマクロブロック85、86については、本来得られるべき理想的な予測画像が得られないため、復号画像の画質が劣化する。同様に、ピクチャ82のマクロブロック93、94は、ピクチャ81の汚染領域90に含まれる予測画像91、92をもとに動き補償予測が行われるため、汚染は広がっていく。ここでは、動き補償予測をマクロブロック単位で行っているため、マクロブロックの境界が目立つ画像が 출력される。そこで、汚染領域に含まれる予測画像にフィルタリングを施し、復号画像をある程度平滑化し、境界の目立ちを解消する。この結果、フィルタリング処理された領域が後のピクチャの予測画像となる場合にも、汚染の影響を低減することができる。

【0054】汚染領域の判定、汚染領域の登録、フィルタリング処理は、実際には以下の状況が順に発生したとき、必要な場面(3、5~7)で行われる。

【0055】1. あるピクチャを復号したとき、エラーが検出される。

【0056】2. 損失マクロブロックに対してコンシールメントを行う。

【0057】3. 前記損失マクロブロックの領域を汚染領域として登録する。

【0058】4. 別のピクチャを復号する際、あるマクロブロックの予測画像を決める。

【0059】5. その予測画像が汚染領域に含まれるか否かを判定する。

【0060】6. その予測画像が汚染領域に含まれれば、新たにその予測画像の領域を汚染領域に登録する。

【0061】7. その予測画像に対してフィルタリング処理をする。

【0062】8. フィルタリング処理した予測画像をもとに復号画像を出力する。

【0063】ここで、上記3は図5のS126に対応する登録で、汚染の判定なしに行われる点に特徴がある。一方、上記6はS116に対応する登録で、汚染の判定結果を見て行われる。

【0064】(2-2) 汚染領域の判定と登録

汚染領域の判定と特徴は、汚染領域判定部16において行われる。図9は、本実施形態の汚染領域判定部16の内部構成図である。

【0065】同図のごとく、汚染領域判定部16はまず、エラーフラグ8、マクロブロックの画面内位置情報11、最終動きベクトル15、後述の汚染領域記憶メモリリセット指示13を参照して、汚染領域の登録と参照および汚染領域フィルタリング指示フラグ17を制御する汚染領域登録判定部31を持つ。汚染領域判定部16はさらに、復号ピクチャ用汚染領域記憶メモリ36、予測ピクチャ用汚染領域記憶メモリ37の二重バッファを持つ。前者は現在復号中のピクチャに含まれる汚染領域を登録し、後者は予測画像が汚染領域に含まれるか否かを知るために参照される。1ピクチャ分の復号が終了すると、登録された汚染領域を次のピクチャの復号の際に参照できるよう、復号ピクチャ用汚染領域記憶メモリ36を予測ピクチャ用汚染領域記憶メモリ37に切り換える。この時点で復号ピクチャ用汚染領域記憶メモリ36が空くため、こんどはこれを予測ピクチャ用汚染領域記憶メモリ37として利用する。以降、1ピクチャの復号完了ごとに復号ピクチャ用汚染領域記憶メモリ36と予測ピクチャ用汚染領域記憶メモリ37が切り替えられる。前者には登録のみが行われ、後者は参照のみが行われる。

【0066】汚染領域登録判定部31は、書き込み指示32と、いま処理中のマクロブロックの画面内位置情報11に含まれるアドレス33により、復号ピクチャ用汚染領域記憶メモリ36を制御し、同様に、読み出し指示34と読み出しの対象となるアドレス35により、予測ピクチャ用汚染領域記憶メモリ37を制御する。

【0067】以上の構成による動作を説明する。

【0068】エラーフラグ8が1の時は、汚染領域登録判定部31は処理中のマクロブロックが汚染されているとみなし、復号ピクチャ用汚染領域記憶メモリ36にそのマクロブロックの画面内位置情報11を登録する。これは図5のS126に対応する。

【0069】一方、エラーフラグ8が0のときは、まず

汚染の判定を行う。図10は汚染領域登録判定部31の処理の様子を示す図である。同図において、まず最終動きベクトル15と当該マクロブロックの画面内位置情報11とから、予測画像領域140を特定する。つづいて、予測ピクチャ内にあって予測画像領域140と重なる領域を持つマクロブロックのアドレス35を取得する。このアドレスをもとに、予測ピクチャ用汚染領域記憶メモリ37から、同図に示す汚染領域38の分布を得る。この汚染領域38と予測画像領域140の重なりの程度を次式によって評価し、当該マクロブロックが汚染領域に含まれるか否かを判定する。

【0070】 $P_1 > TH$  (式1)

ここで、 $P_1$ は予測画像中に含まれる汚染領域の占有率を示す。予測画像領域のうち、汚染領域に重ならない部分の面積を $S_1$ 、重なる部分の面積を $S_2$ とすれば、 $P_1$ は、

$$P_1 = S_2 / (S_1 + S_2)$$

で計算される。一方、 $TH$ は汚染判定のためのしきい値である。本実施形態では、予測画像がこの条件式を満たす場合、汚染されていると判定する。この式において $TH$ の決定方法は任意であり、動画像の性質や内容、復号状況などによらず一定値を用いてもよく、状況等に応じて可変値とすることもできる。この値の設定方法によって、汚染領域の分布状態を制御することができ、復号状況に応じた画質制御が可能である。以上が判定である。

【0071】判定の結果、復号中のマクロブロックの予測画像が汚染領域に含まれる場合は、復号ピクチャ用汚染領域記憶メモリ36に当該マクロブロックの画面内位置情報11を汚染領域として登録し、汚染領域フィルタリング指示フラグ17を1にする。

【0072】なお、ここでは予測ピクチャ側における汚染の有無を問題にしたが、仮に復号ピクチャにおいてエラーが検出された場合は、エラーフラグ8を1とし、その次のG O Bの直前まで上述のコンシールメント処理を行い、処理の対象となったマクロブロックをすべて汚染領域として登録する。

【0073】(2-3) フィルタリング処理

汚染領域フィルタリング指示フラグ17が1であるとき、ループフィルタ部20が動作し、予測画像にローパスフィルタが施される。

【0074】図11はループフィルタ部20に用いられるフィルタの係数を示す図である。同図中の数字は○の画素に対するフィルタ係数を表す。本実施形態ではこのフィルタに、H. 261で規定されるフィルタを兼用する。予測画像を構成する輝度用と色差用の各 $8 \times 8$ 画素からなるすべてのブロックに対してそれぞれフィルタリングが施される。

【0075】(2-4) フィルタリング処理の制限

長期間にわたるフィルタリングは解像度の低下をもたらす。そこで本実施形態では、ピクチャ計数部208がエ

ラー検出以降の復号ピクチャ数をカウントし、このカウント値が所定値に達したとき、汚染領域判定部16に対して汚染領域記憶メモリリセット指示13を発行する。

【0076】汚染領域登録判定部31は汚染領域記憶メモリリセット指示13に従い、リセット指示39によって予測ピクチャ用および復号ピクチャ用汚染領域記憶メモリ36、37の内容の初期化、すなわち既になされた登録の抹消を行う。この結果、汚染領域の追跡が停止され、次にエラーが検出されるまで汚染領域の登録、フィルタリングは行われず、フィルタリングによる過度の平滑化が防止される（汚染領域をリセットする間隔を以降「汚染領域追跡期間」と呼ぶ）。汚染領域追跡期間の決定方法は任意であり、一定値、可変値のいずれを採用してもよい。この値の設定方法によって汚染領域の分布状態を制御することができ、復号状況に応じた画質制御が可能となる。

【0077】実施形態2

【構成】図12は実施形態2に係る復号装置の構成図である。この実施形態では、M P E G 1ビデオ（I S O / I E C 1 1 1 3 0 - 2）規定にしたがって符号化されたビットストリームを受信して復号し、動画像データを再生する。

【0078】一方、図13はM P E G 1ビデオ規定のビデオビットストリームのデータ構造を示している。フレームはピクチャという階層に位置付けられ、許される予測方向に応じてIピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャという3種類のピクチャタイプに分類される。ピクチャはスライスの集合、スライスはマクロブロックの集合である。マクロブロックは4つの輝度用ブロックY 1～4と、色差用のC<sub>b</sub>、C<sub>r</sub>ブロックからなる。図中「予測方向」の箇所の矢印が予測方向を示す。右に向かう矢印が前方向予測、その逆が後方向予測である。Iピクチャでは動き補償予測が行われず、すべてピクチャ内で閉じた符号化（イントラ符号化）が行われる。Pピクチャは時間的に過去のピクチャのみからの動き補償予測（前方向予測）のみが許される。Bピクチャでは時間的に未来のピクチャからも動き補償予測（後方向予測）が許される。さらに時間的に過去のピクチャからの予測と未来のピクチャからの予測を組み合わせた予測も可能であり、これを内挿予測（双方向予測）と呼ぶ。また、マクロブロックの集合としてスライスレイヤが設けられている。スライスは最小復号同期単位である。

【0079】以下、図12において図4に対応する部材には同一の符号を与え、実施形態1と異なる部分を中心に説明する。

【0080】図12において図4と異なる点は、受信するビデオビットストリーム1がM P E G 1ビデオ準拠であること、可変長復号部2内に、後述するピクチャ構造を判定するピクチャ構造判定部206が新設されたこと、量子化パラメータ3と量子化D C T係数4とマクロ

ブロックの画面内位置情報11と動きベクトル12がパラメータバス42という形で逆量子化部5に送られること、規格上はループフィルタ20が不要であり、この代わりに汚染領域フィルタリング指示17に従って動作するフィルタ部56が設けられていること、ループフィルタ20の削除に伴ってループフィルタ動作指示10とオアゲート40が削除されたこと、復号に用いる予測方向51が汚染領域判定部16に与えられることにある。

【0081】[動作] 以下、実施形態1の装置と異なる動作のみを説明する。

【0082】[1] 正常時の復号動作

図5のS100～122を行う。復号の対象がインテラ符号化マクロブロックのとき、逆量子化部5はパラメータバス42から量子化パラメータと量子化DCT係数を取り出す。以降は実施形態1と同じである。

【0083】復号の対象がインテラ符号化マクロブロックのとき、動きベクトル選択部14はパラメータバス42を介して送られる動きベクトルと予測方向情報をラッチし、それぞれ最終動きベクトル15、最終予測方向情報51としてそのまま出力する。メモリインタフェース部18では、パラメータバス42から当該マクロブロックが属するピクチャのタイプと当該マクロブロックの画面内位置情報をラッチする。次いでピクチャタイプから予測ピクチャを決定し、当該マクロブロックの画面内位置情報、最終動きベクトル15、最終予測方向情報51に基づいて予測画像のアドレスを生成し、フレームメモリ19から予測画像を取り出す。予測画像はフィルタにかけられず、そのまま最終的な予測画像21として復号計算部7へ送られ、逆DCT演算部6の出力と加算され最終的な復号画像22となる。IまたはPピクチャの復号画像は、以降のピクチャの予測ピクチャとして用いられるため、メモリインタフェース部18でラッチされている当該マクロブロックの画面内位置情報に基づいて再びフレームメモリ19に書き込まれる。

【0084】[2] エラー検出時の復号動作

(1) コンシールメント処理

図6に当たる処理を行う。本実施形態では、実施形態1のGOBをすべてスライスと読み替える。本実施形態の特徴は、動きベクトルだけでなく、予測方向も考慮して置換画像の取り出しを行う点にある。本実施形態でコンシールメントに用いる予測ピクチャと動きベクトルは、復号ピクチャのタイプごとに以下のとおりとする。

【0085】1. Iピクチャ

Iピクチャでは本来動き補償予測が行われないが、ここでは予測ピクチャという概念を導入する。予測ピクチャは最も最近復号されたIまたはPピクチャとし、推定動きベクトルはゼロとする。すなわち、最も最近復号されたIまたはPピクチャから、いま処理しているマクロブロックと同じ画面内位置にあるマクロブロックをそのまま予測画像とする。従って、Iピクチャのコンシールメントは前方向予測によって行われるといつてよい。この予測方向は後述の推定予測方向として扱われる。

【0086】2. Pピクチャ

実施形態1同様、損失マクロブロックの真上のマクロブロックの動きベクトルを推定動きベクトルとする。また、真上のマクロブロックの予測ピクチャをそのまま予測ピクチャとする。従って、Pピクチャの推定予測方向も前方向である。

【0087】3. Bピクチャ

Pピクチャと同様に、真上のマクロブロックに従う。従ってBピクチャのコンシールメントは、損失マクロブロックの真上のマクロブロックの予測方向により、推定予測方向は前方向、後方向、双方向のいずれかとなる。

【0088】こうして決められた推定動きベクトルから最終動きベクトル15を生成する処理は、動きベクトル選択部14によって行われる。図14は本実施形態の動きベクトル選択部14の内部構成図である。同図と図7の構成上の主要な違いは、パラメータバス42の信号群をラッチするパラメータラッチ部59が設けられた点にある。パラメータラッチ部59は、各種パラメータのうち、復号中のマクロブロックの動きベクトル、予測方向、画面内位置情報をラッチする。ラッチされた動きベクトル60、予測方向61、画面内位置情報62は書き込みベクトル決定部23、最終動きベクトル決定部30に与えられる。この他、動きベクトルパッファ26から推定動きベクトル27に加えて前述の推定予測方向69が最終動きベクトル決定部30に送られる点が異なる。

【0089】エラーフラグ8が1のとき、復号中のマクロブロックの画面内位置情報62に基づいて、動きベクトルパッファ26からそのマクロブロックの真上のマクロブロックの動きベクトルと予測方向をそれぞれ推定動きベクトル27、推定予測方向69として取り出す。これらは最終動きベクトル決定部30を介して最終動きベクトル15、最終予測方向51として出力される。最終動きベクトル決定部30は、推定動きベクトル27、推定予測方向69に基づき、推定動きベクトル27の妥当性を評価する。評価の結果、妥当でないとされたときは、最終動きベクトル15の値としてゼロ、最終予測方向51として前方向を出力する。これらはメモリインタフェース部18部に渡され、以下実施形態1同様の処理を経て予測画像が得られる。

【0090】(2) 汚染領域の判定とフィルタリング処理

図15は実施形態2による汚染領域の登録、判定、フィルタリング処理の全体処理を説明する図である。同図では、Bピクチャが内挿予測によって復号される様子が示されている。ここでは、最初のピクチャ95のマクロブロック100においてエラーが検出され、そのマクロブロックの含まれるスライスが汚染領域101として登録されている。汚染領域101に含まれる予測画像10

2、103から後のPピクチャ97のマクロブロック104、105が復号され、結果的にPピクチャ97の汚染領域106が拡大している。いま実際に復号中のBピクチャ96のマクロブロック107は、ピクチャ96に含まれる予測画像108と、Pピクチャ97に含まれる予測画像109を用いる。こうして汚染が伝搬していく。

【0091】MPEGでは、Bピクチャは他のピクチャの予測に使用されない。従って、Bピクチャの汚染領域が他ピクチャ復号時に参照されることはない。このため、IまたはPピクチャのみについて汚染領域の登録を行う。すなわち、エラーを検出したIまたはPピクチャでは、エラーコンシールメントを行ったマクロブロックを汚染領域として登録する。

【0092】汚染領域の判定と登録は汚染領域判定部16において行われる。本実施形態の汚染領域判定部16の構成は図9のものとほぼ同じである。異なる点は、汚染領域登録判定部31が実施形態1のそれに加えて、最終予測方向51とパラメータバス42を参照すること、読み出し指示34およびアドレス35が予測ピクチャ用汚染領域記憶メモリ37のみならず、復号ピクチャ用汚染領域記憶メモリ36にも与えられていることである。パラメータバス42は復号中のマクロブロックの画面内位置情報を取得するために参照される。

【0093】エラーフラグ8が1のときは、汚染領域登録判定部31において復号中のマクロブロックを汚染領域とみなし、復号ピクチャ用汚染領域記憶メモリ36にその画面内位置情報を登録する。ただし、登録の対象はIまたはPピクチャに限る。

【0094】一方、エラーフラグ8が0のときに行われる汚染の判定は、PまたはBピクチャのみを対象とする。Iピクチャは他のピクチャを参照せず、先に復号されたピクチャに対する汚染の判定を必要としないためである。

【0095】Pピクチャに対する汚染領域登録判定部31の処理は図10の場合と同じである。Bピクチャで内挿予測が行われる場合に限り、2つの予測画像が存在する。このとき判定の方法が異なる。図16は内挿予測されたBピクチャに対する汚染領域登録判定部31の処理の内容を示す図である。同図のごとく、前方向予測ピクチャと後方向予測ピクチャのそれに対し、まず実施形態1同様、汚染領域38の分布を得る。ここで、

- ・S1を前方向予測ピクチャに含まれる予測画像領域40のうち、そのピクチャの汚染領域38に重ならない部分の面積
- ・S2を前方向予測ピクチャに含まれる予測画像領域40のうち、そのピクチャの汚染領域38に重なる部分の面積
- ・S3を後方向予測ピクチャに含まれる予測画像領域40のうち、そのピクチャの汚染領域38に重ならない

部分の面積

・S4を後方向予測ピクチャに含まれる予測画像領域40のうち、そのピクチャの汚染領域38に重なる部分の面積

と定義し、予測画像中の汚染領域占有率P2を、  

$$P2 = \{S2 / (S1 + S2) + S4 / (S3 + S4)\} / 2$$

と決める。ここで実施形態1同様、P2が以下に示す条件を満たす場合、その予測画像は汚染されているものと見なす。

【0096】 $P2 > TH$  (式2)

なお、Bピクチャが単に前方向予測で生成される場合は、P2は単に、

$P2 = S2 / (S1 + S2)$

とし、後方向予測で生成される場合は、

$P3 = S4 / (S3 + S4)$

として判定すればよい。

【0097】なお、内挿予測されたBピクチャは予測画像を2つ持つため、復号ピクチャ用汚染領域記憶メモリ36と予測ピクチャ用汚染領域記憶メモリ37を、前方向予測および後方向予測ピクチャ用の汚染領域記憶メモリとして使う。

【0098】以下、フィルタリング処理は実施形態1と同様である。なお、本実施形態でも実施形態1同様、汚染領域追跡期間ごとに汚染領域の登録を抹消するものとする。

【0099】実施形態3、つづいて、MPEG2ビデオ規定にしたがって符号化されたビットストリームを復号し動画像データを再生する復号装置を説明する。MPEG1との違いは、符号化の際に、複数の動き補償予測のモードから所期のモードを指定できる点にある。

【0100】【構成】この装置の構成は図12とほぼ同一であるが、動き補償モードが動きペクトル選択部14から汚染領域判定部16に与えられる点で異なる。

【0101】MPEG2ビデオ規定のビデオビットストリームのデータ構造は図13同様である。ピクチャはフレームまたはフィールドとして定義される。この区別をピクチャ構造と呼び、前者をフレームピクチャ、後者をフィールドピクチャと呼ぶ。MPEG2でもMPEG1同様、I、P、Bの3種類のピクチャタイプがある。

【0102】Iピクチャの符号化方法はMPEG1と同一である。Pピクチャでは予測方向はMPEG1同様であるが、動き補償モードとして、フレームピクチャではフレーム予測、フィールド予測、デュアルプライム予測の3種類が選択できる。また、フィールドピクチャではフィールド予測、16×8MC予測、デュアルプライム予測の3種類が選択できる。デュアルプライム予測はフィールド予測の変形で、フレームに含まれる2枚のフィールドのそれに対し、同パリティフィールドおよび異パリティフィールドから予測を行う。復号の際に

は合計4つの動きベクトルが生じる。

【0103】Bピクチャも予測方向はMPEG1同様であるが、動き補償予測モードとして、フレームピクチャではフレーム予測、フィールド予測の2種類が選択できる。また、フィールドピクチャではフィールド予測、 $16 \times 8$ MC予測の2種類が選択できる。

【0104】なお、フレームピクチャに対してフィールド予測を行う場合と、フィールドピクチャに対して $16 \times 8$ MC予測をする場合に限り、動きベクトルが同一予測方向に2つ発生する。

【0105】[動作] 以下、実施形態2の装置と異なる動作のみを説明する。

【0106】[1] 正常時の復号動作

復号の対象がインタ符号化マクロブロックのとき、動きベクトル選択部14はパラメータバス42を介して送られる動きベクトルと予測方向情報を加え、動き補償予測モードをラッチする。以下の処理には、動き補償予測モードも参照される。

【0107】[2] エラー検出時の復号動作

(1) コンシールメント処理

本実施形態でコンシールメントに用いる予測ピクチャ、動きベクトル、動き補償予測モードは、復号ピクチャのタイプごとに以下のとおりとする。

【0108】1. Iピクチャ

実施形態2と同じである。

【0109】2. Pピクチャ

推定動きベクトルと予測ピクチャは実施形態2と同様であるが、動きベクトルが2つ存在する場合は、先に復号したほうを利用する。動き補償予測モードについては、ピクチャ構造がフレームピクチャであればフレーム予測、フィールドピクチャであればフィールド予測に固定する。ただし、この固定的な処理はコンシールメントについて行うだけであり、実際の復号の際には、符号化の際に指定された動き補償予測モードに忠実に従う点に注意すべきである。

【0110】3. Bピクチャ

Pピクチャと同様である。

【0111】動きベクトル選択部14はこれらの規則に従い、最終動きベクトル15、最終予測方向51に加え、最終動き補償予測モードを出力する。本実施形態の動きベクトル選択部14は、実施形態2のそれに加えて、パラメータバス42から復号中のマクロブロックが含まれるピクチャのピクチャ構造および動き補償予測モードをラッチする点で異なる。

【0112】コンシールメントに用いる動き補償予測モードは常にピクチャ構造にあわせるため、動きベクトル選択部14で記憶しない。最終動きベクトル決定部30では、エラーフラグ8が0のときは、復号された動きベクトルと予測方向と動き補償予測モードをそのまま出力する。エラーフラグ8が1のときは、そのマクロブロッ

クの画面内位置情報と、動きベクトルバッファ26から読み出された推定動きベクトル20と、推定予測方向69に基づいて、動きベクトルの妥当性が評価される。妥当でないと判断されれば、推定動きベクトル20の代わりに、最終動きベクトル15のベクトル値をゼロ、最終予測方向51を前方向で出力する。妥当と判断されば、推定動きベクトル20、推定予測方向69、そのマクロブロックの属するピクチャのピクチャ構造に基づいて決定した最終動きベクトル15、最終予測方向51、最終動き補償予測モードを出力する。以下の処理は実施形態2同等である。

【0113】(2) 汚染領域の判定とフィルタリング処理

本実施形態でも実施形態2同様、IまたはPピクチャのみについて汚染領域の登録を行う。本実施形態の汚染領域判定部16の構成は実施形態2のものとほぼ同じである。異なる点は、汚染領域登録判定部31が実施形態2のそれに加えて、動き補償予測モードを参照する点にある。

【0114】エラーフラグ8が1のときは、汚染領域登録判定部31において復号中のマクロブロックを汚染領域とみなし、復号ピクチャ用汚染領域記憶メモリ36にその画面内位置情報を登録する。

【0115】一方、エラーフラグが0のときに行われる判定は、PまたはBピクチャのみを対象とする。MPEG2の場合、2つのピクチャ構造に対して、それぞれ3とおりの動き補償予測モードが存在しうる。このうち、フレームピクチャに対してフレーム予測、フィールドピクチャに対してフィールド予測またはデュアルプライム予測を適用する3とおりの場合では、予測画像が1つまたは2つ存在し、その処理は図16と同様となる。

【0116】一方、フレームピクチャに対してフィールド予測またはデュアルプライム予測、フィールドピクチャに対して $16 \times 8$ MC予測を適用する3とおりの場合では、予測画像が2つまたは4つ存在しうる。ここでは、予測画像が4つ存在する場合の判定方法を説明する。

【0117】図17は予測画像が4つ存在する場合の汚染領域登録判定部31による判定方法を示す図である。同図は、フレームピクチャに対してフィールド予測を適用した場合を示している。このとき、前方向予測ピクチャと後方向予測ピクチャのそれぞれにおいて、第1フィールド、第2フィールドのための予測画像が存在する。ここでもまた、前方向予測ピクチャと後方向予測ピクチャについて汚染領域の分布を得る。ここでS1、S2を、

・S1を前方向予測ピクチャに含まれる第1フィールドのための予測画像領域140のうち、そのピクチャの汚染領域38に重ならない部分の面積

・S2を前方向予測ピクチャに含まれる第1フィールド

のための予測画像領域 140 のうち、そのピクチャの汚染領域 38 に重なる部分の面積と定める。S3～8 についても同図に示すように定める。このとき、汚染領域の占有率 P3 は、  
 $P3 = \{ S2/(S1+S2) + S4/(S3+S4) + S6/(S5+S6) + S8/(S7+S8) \} / 4$   
 と決める。P3 が以下に示す条件を満たす場合、その予測画像は汚染されているものと見なす。

【0118】  $P3 > TH$  (式3)

以上が判定方法である。なおここでも、前方向予測のみの場合は、

$P3 = \{ S2/(S1+S2) + S4/(S3+S4) \} / 4$

後方向予測のみの場合は、

$P3 = \{ S6/(S5+S6) + S8/(S7+S8) \} / 4$

とする。

【0119】 判定が終わればフィルタリング処理が行われる。本実施形態では、ピクチャ構造によってループフィルタ部 20 の処理を変える。図 18 は本実施形態のループフィルタ部 20 の内部構成図である。ループフィルタ部 20 は、パラメータバス 42 からラッチしたピクチャ構造と汚染領域フィルタリング指示フラグ 17 に従って SW1、2 を制御するブロッキング制御部 127 と、フレーム形式に配列された予測画像をフィールド形式に再配列するフィールドブロッキング部 129 と、フィールドブロッキング部 129 を通過または回避した予測画像にフィルタリング処理を施すフィルタ実行部 130 からなる。ブロッキング制御部 127 は、ピクチャ構造がフレームピクチャで、かつ汚染領域フィルタリング指示フラグ 17 が 1 の場合に限って SW1、2 を方向 A に接続する。

【0120】 この構成によれば、ピクチャ構造がフレームピクチャ、汚染領域フィルタリング指示フラグ 17 が 1 の場合、フィールドブロッキング部 129 は、同図に示すようにデータ形式の変換を行う。この後、フィルタリング処理がなされる。このため、フィールドごと（同図の白い部分と黒い部分ごと）に平滑化が行われることになり、フィールド間に動きがある場合でも、この動きが平滑化されて失われる事態が回避される。フィルタリング処理の後、図示しない逆変換回路により、フィールド形式からフレーム形式に戻し、データを後段の回路に渡せばよい。

【0121】 以上が本実施形態の概要である。なお、本実施形態について以下の改良または変形が考えられる。

【0122】 1. 実施形態 1、2 同様、ある周期で汚染領域の登録を抹消する構成とする。

【0123】 2. 実施形態 1～3 の装置の任意の組合せを採用することにより、ITU-T H.261 規格、MPEG1 ビデオ規格、MPEG2 ビデオ規格のいずれの規格に準拠したビットストリームであっても復号可能な動画像復号装置を提供することができる。

#### 【0124】

【発明の効果】 本発明の動画像復号方法によれば、予測画像が汚染領域に含まれるとき、その予測画像に平滑化処理を施される。このため、たとえ訂正不可能なビットエラーが混入しても、視覚的に良好な再生画像を得ることができる。

【0125】 この方法において、汚染領域に含まれる予測画像を用いて動き補償予測を行った画像領域も汚染領域として登録する場合は、エラーによる悪影響の伝搬を低減することができる。

【0126】 一方、本発明の動画像復号装置によれば、受信した動画像データを復号し、再生画像を得ることができる。この際、訂正不可能なビットエラーが混入しても、視覚的に良好な再生画像が得られる。

【0127】 エラーに起因して動きベクトルが失われた処理単位画像に対して、その近傍の処理単位画像の動きベクトルをもとに予測画像を決定する場合は、失われた画像データを修復することができる。

【0128】 所定の周期で汚染領域として登録された情報を抹消する場合は、過度の平滑化処理を防止することができる。

【0129】 この装置において、汚染領域に含まれる予測画像を用いて動き補償予測を行った画像領域も汚染領域として登録する場合は、エラーによる悪影響の伝搬を低減することができる。

【0130】 予測画像の領域と汚染領域の重なりの程度から汚染の有無を判定する場合は、汚染の有無を妥当かつ客観的に判定することができる。また、汚染領域の大きさを制御することができ、最適な再生画像を得ることができる。

【0131】 エラーが検出されたとき、そのエラーに起因してその処理単位画像と同様に動きベクトルが失われた画像領域範囲全体を汚染領域として登録する場合は、符号化されたビットストリームのフォーマットによらず、汚染領域を的確に追跡することができ、画質劣化を低減することができる。

【0132】 復号ピクチャ用汚染領域記憶手段と予測ピクチャ用汚染領域記憶手段が存在する場合は、適宜これらを切り替えることにより、少ないメモリ容量で汚染領域の登録と参照が可能となる。

【0133】 フレーム形式のピクチャをこれをフィールド形式に変換した後、平滑化処理を行う場合は、フィールド間に存在する動きが平滑化される事態を回避することができ、良好な画像が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 MPEG1 または MPEG2 を用いて符号化を行う様子を示す図である。

【図2】 MPEG1 または MPEG2 で定義されるライスを示す図である。

【図3】 ITU-T H.261 規格のビデオビットス

トリーのデータ構造を示す図である。

【図4】 実施形態1に係る復号装置の構成図である。

【図5】 実施形態1の装置による復号動作を示すフローチャート図である。

【図6】 コンシールメント処理の手順を示すフローチャート図である。

【図7】 実施形態1の動きベクトル選択部14の内部構成図である。

【図8】 汚染領域の登録、判定、フィルタリング処理の概要を示す図である。

【図9】 実施形態1の汚染領域判定部16の内部構成図である。

【図10】 汚染領域登録判定部31の処理の様子を示す図である。

【図11】 ループフィルタ部20に用いられるフィルタの係数を示す図である。

【図12】 実施形態2に係る復号装置の構成図である。

【図13】 MPEG1ビデオ規定のビデオビットストリームのデータ構造を示す図である。

【図14】 実施形態2の動きベクトル選択部14の内部構成図である。

【図15】 実施形態2による汚染領域の登録、判定、フィルタリング処理の全体処理を説明する図である。

【図16】 内挿予測されたBピクチャに対する汚染領域登録判定部31の処理の内容を示す図である。

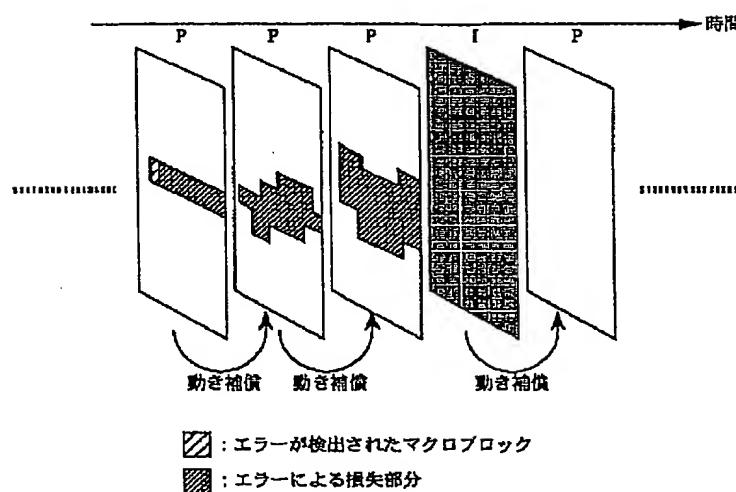
【図17】 予測画像が4つ存在する場合の汚染領域登録判定部31による判定方法を示す図である。

【図18】 実施形態3のループフィルタ部20の内部構成図である。

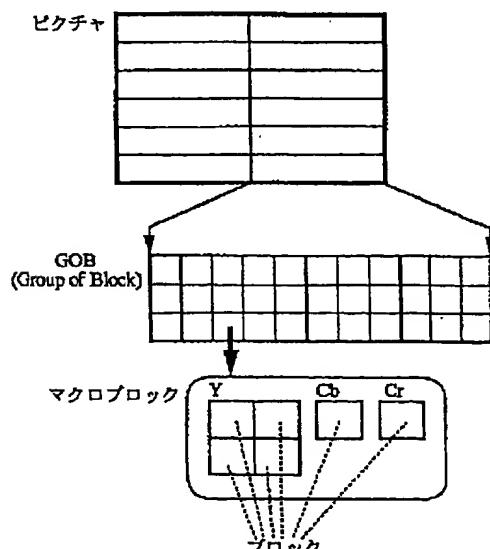
#### 【符号の説明】

1 ビデオビットストリーム、2 可変長復号部、3 量子化パラメータ、4 量子化DCT係数、5 逆量子化部、6 逆DCT部、7 復号加算部、8 エラーフラグ、9 イントラ/インタフラグ、10 ループフィルタ動作指示フラグ、11 画面内位置情報、12 動きベクトル、13 汚染領域記憶メモリセット指示、14 動きベクトル選択部、15 最終動きベクトル、16 汚染領域判定部、17 汚染領域フィルタリング指示フラグ、18 メモリインタフェース部、19 フレームメモリ、20 ループフィルタ部、21 予測画像、22 復号画像、23 書き込みベクトル決定部、24 書き込み指示、25 書き込みベクトル値、26 動きベクトルバッファ、27 推定動きベクトル、28 読み出しベクトル決定部、29 読み出し指示、30 最終動きベクトル決定部、31 汚染領域登録判定部、32 書き込み指示、33, 35 アドレス、34 読み出し指示、36 復号ピクチャ用汚染領域記憶メモリ、37 予測ピクチャ用汚染領域記憶メモリ、38 汚染領域、39 メモリセット指示、40 オアゲート、42 パラメータバス、51 最終予測方向、56 フィルタ部、59 パラメータラッチ部、60 ラッチされた動きベクトル、61 ラッチされた予測方向情報、62 ラッチされた画面内位置情報、69 推定予測方向、127 ブロッキング制御部、129 フィルドブロッキング部、130 フィルタ実行部、140 予測画像領域、200 ビットストリーム解析部、204 損失画像範囲決定部、206 ピクチャ構造判定部、208 ピクチャ計数部。

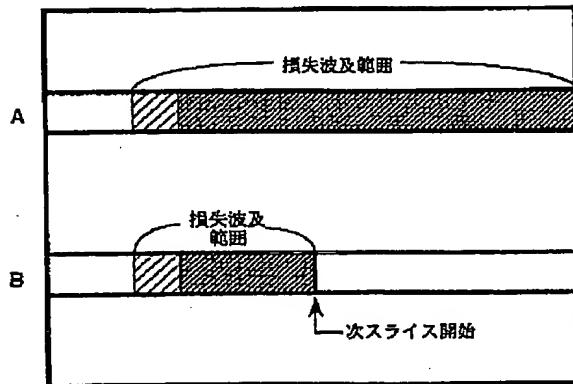
【図1】



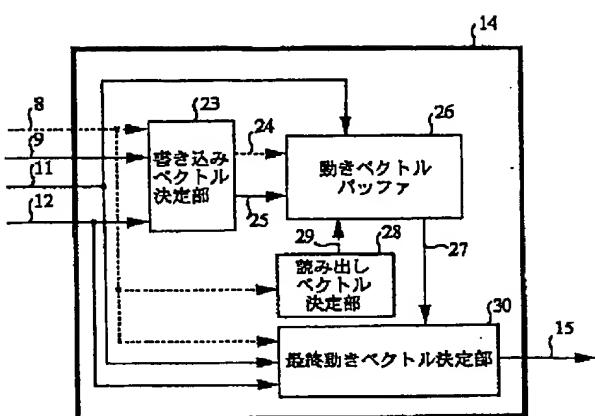
【図3】



【図2】

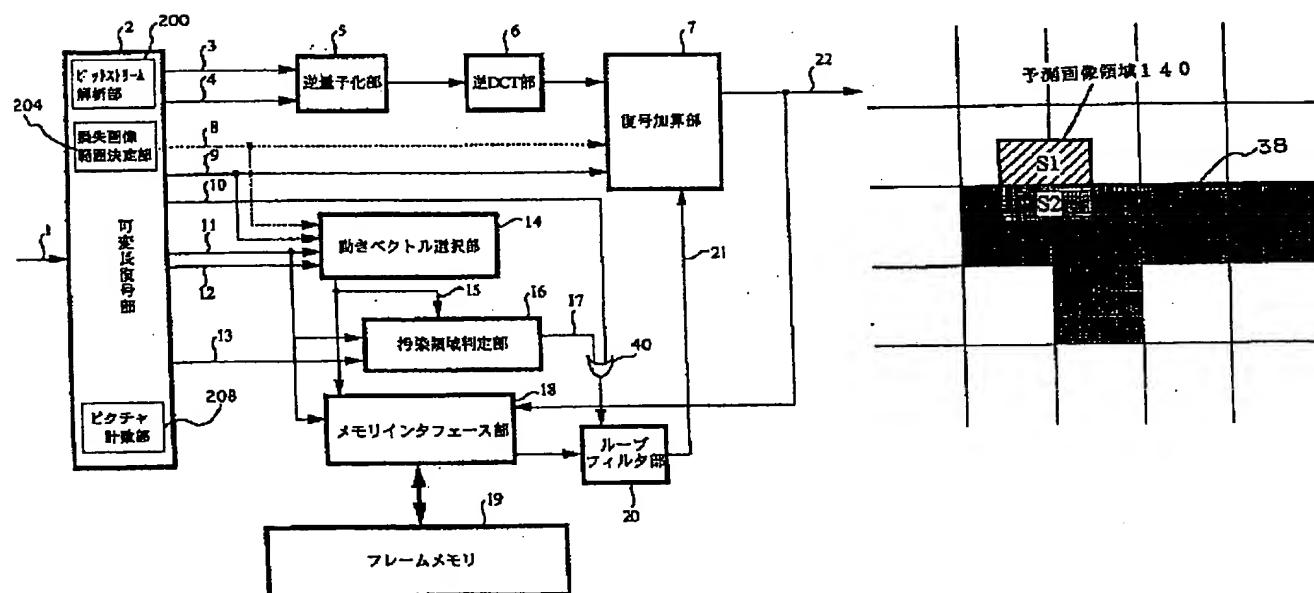


【図7】

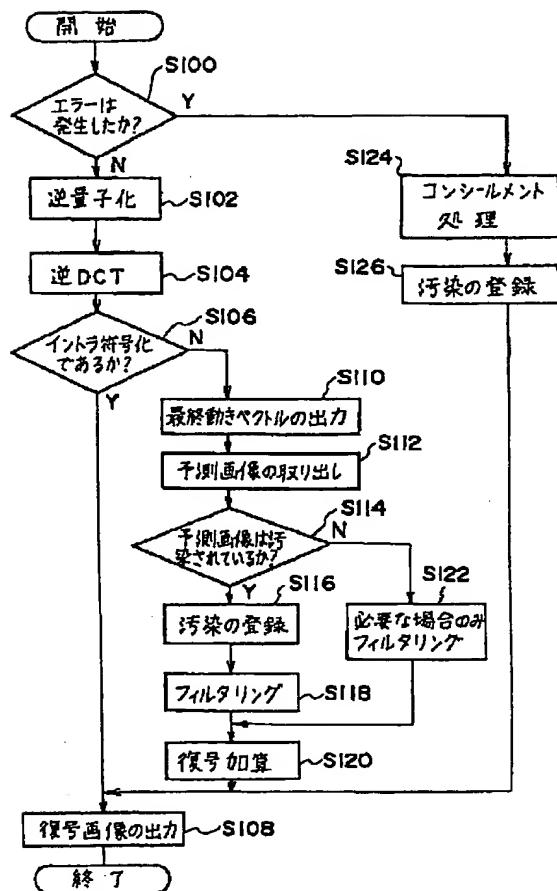


【図10】

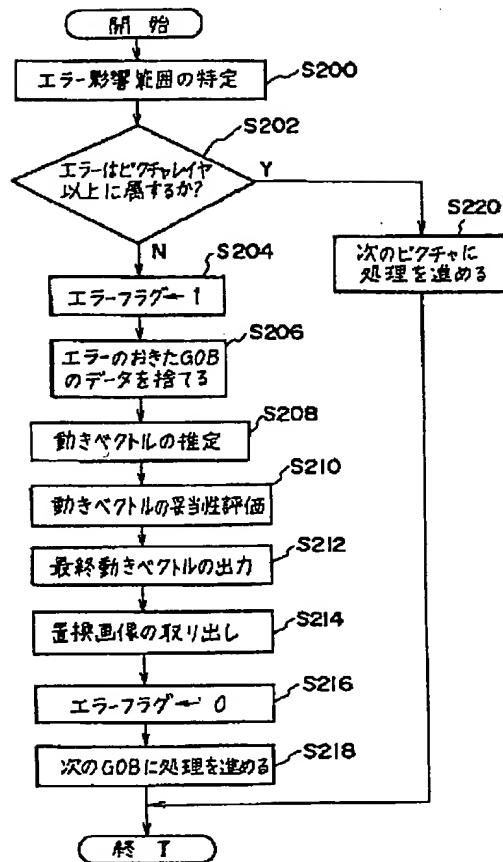
【図4】



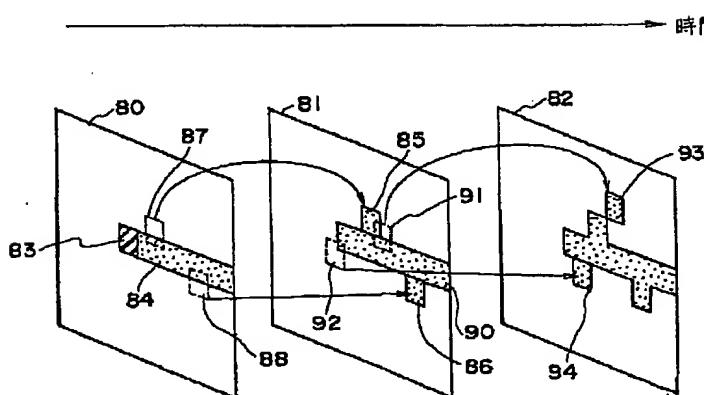
【図5】



【図6】



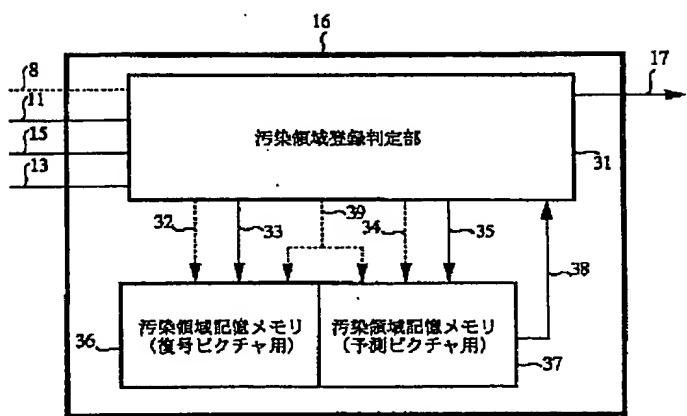
【図8】



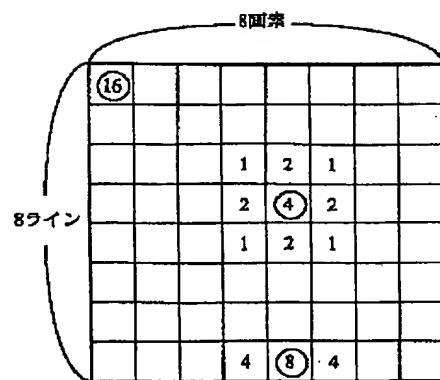
■ エラーが発生したマクロブロック

■ 汚染領域

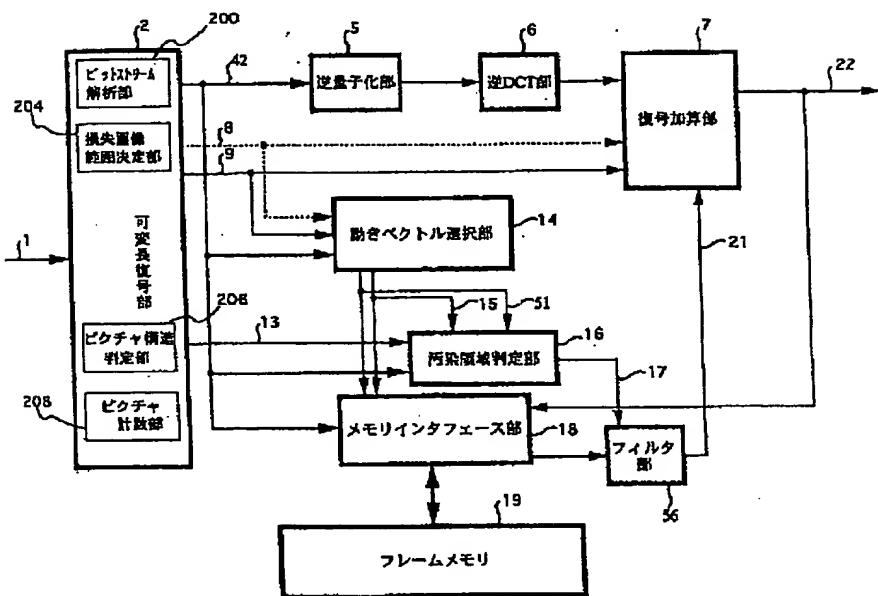
[図9]



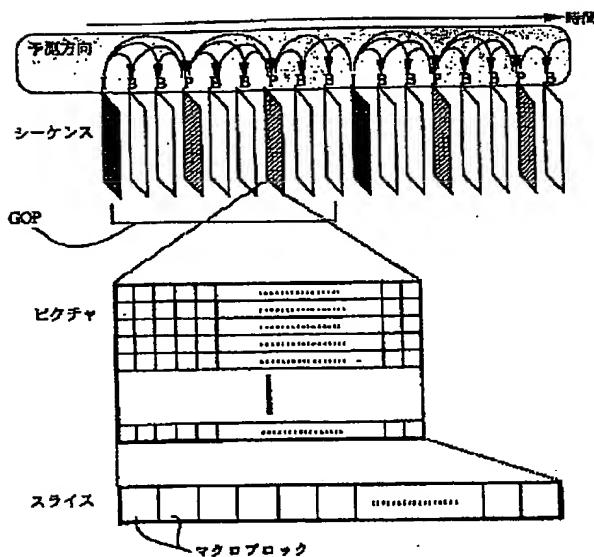
【図11】



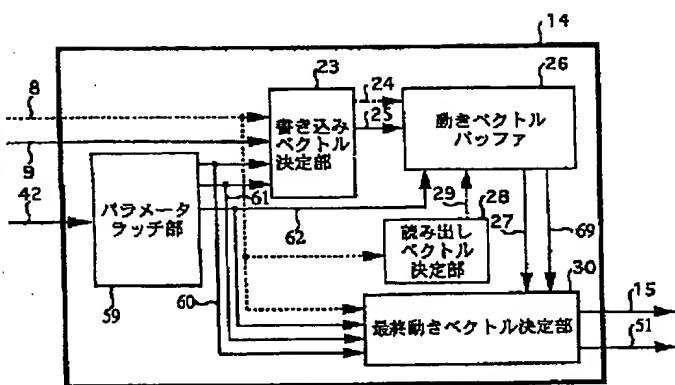
【图 12】



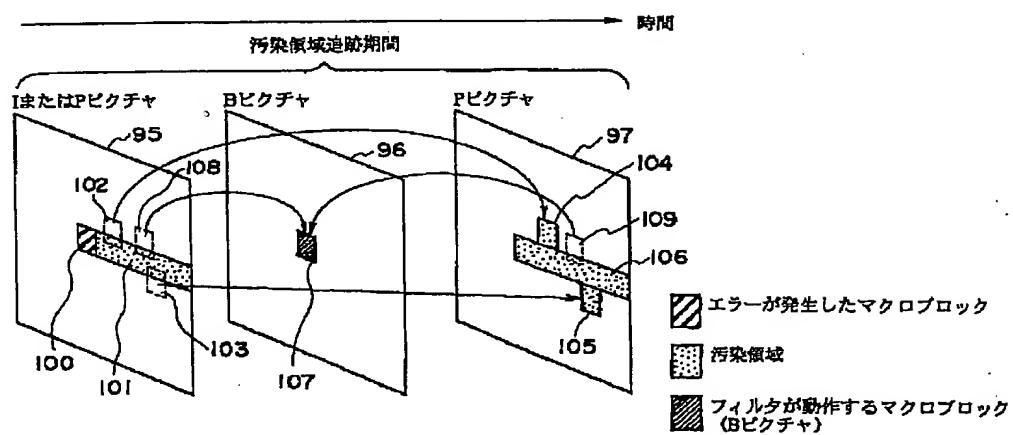
【図13】



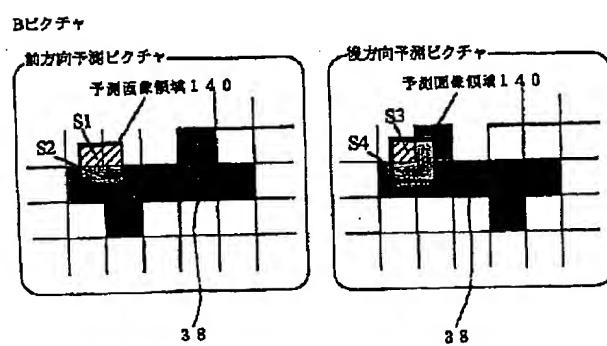
【図14】



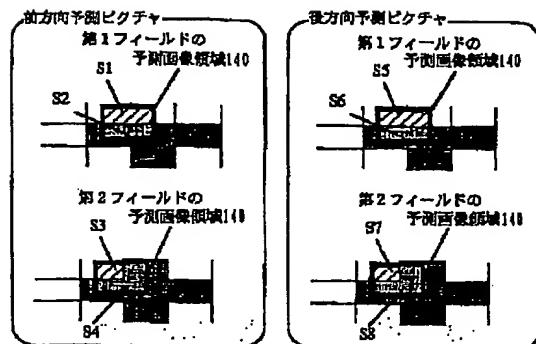
【図15】



【図16】



【図17】



【図18】

